

Оценивание качества и технического состояния строительных конструкций при визуальном обследовании

Ялова Я.С.

УО «Брестский государственный технический университет»,
г. Брест, Республика Беларусь

Наиболее простой и быстрый метод обследования строительных конструкций – это визуальный осмотр. Визуальное обследование конструкций зданий и сооружений помогает выявить явные дефекты, а также факты нарушений в эксплуатации зданий или сооружений, оценить возможность возникновения перегрузок на различных участках, выявить явные проблемы с воздействием агрессивных химических и природных сред. Чаще всего во время визуального обследования наибольшее внимание уделяется осмотру и фиксации явных дефектов конструкций. Данная форма обследования дает информацию о разрушении защитного слоя бетона, возникновении коррозии металла, декарбонизации и других моментах, требующих тщательного исследования с помощью специализированных инструментов.

Визуальная экспертиза проводится достаточно быстро, и часто служит для независимой оценки состояния того или иного удаленного объекта. Однако качество визуального обследования зданий и сооружений напрямую зависит от практического опыта эксперта, а также от «субъективного» человеческого фактора в задачах принятия решений в условиях неопределенности [1].

Для оценки качества и технического состояния железобетонной конструкции нами была разработана нечеткая модель с помощью системы нечеткого вывода и графических средств пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab, зависящая от 6-ти факторов:

- 1) повреждения бетона, снижающие защитные свойства по отношению к арматуре (карбонизация) (интенсивность – глубина, мм);
- 2) образование продольных трещин в защитном слое бетона вдоль сжатых стержней, отслоение защитного слоя (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

3) образование продольных трещин в защитном слое бетона вдоль растянутых стержней, отслоение защитного слоя (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

4) коррозия арматуры (интенсивность – глубина коррозии, мм);

5) образование нормальных, наклонных трещин (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

6) прогибы, перемещения (интенсивность, мм).

В качестве входных параметров системы нечеткого вывода рассматривались 6 нечетких лингвистических переменных: «карбонизация», «трещины [сж]», «трещины [раст]», «коррозия», «трещины [норм, накл]» и «прогибы, перемещения», а в качестве выходных параметров – нечеткая лингвистическая переменная «класс» (рисунок 1).

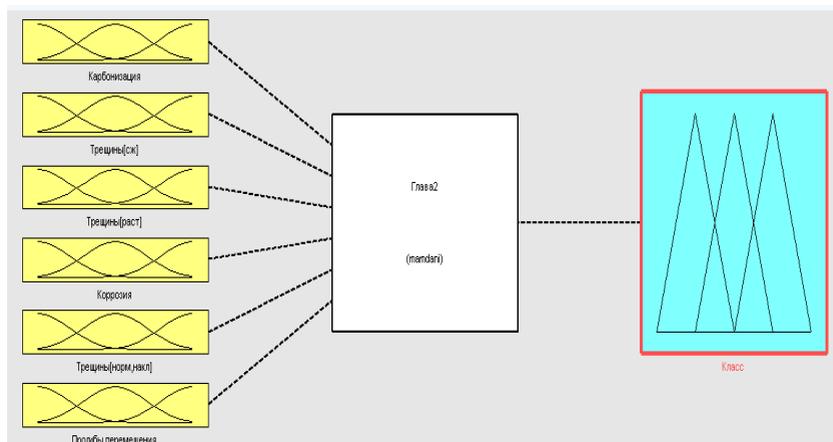


Рис. 1 Вид редактора FIS с принятыми входными и выходными параметрами

В качестве терм-множества *первой* лингвистической переменной «карбонизация» использовалось множество $T_1 = \{\langle L \rangle, \langle M \rangle, \langle H \rangle\}$ (рисунок 2).

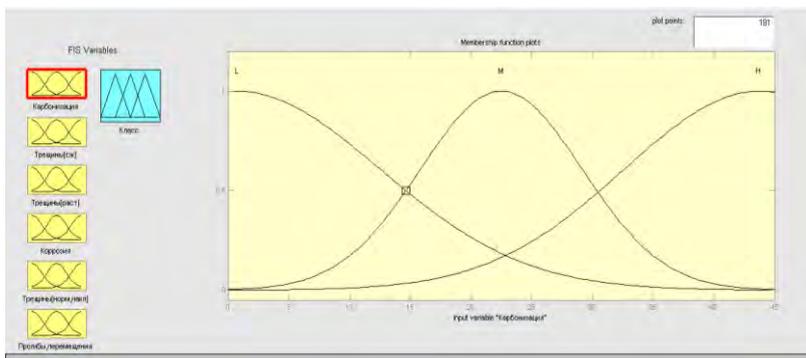


Рис. 2 Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «карбонизация»

В качестве терм-множества *второй* лингвистической переменной «трещины [сж]» использовалось множество $T_2 = \{\langle L \rangle, \langle M \rangle, \langle H \rangle\}$ (рисунок 3).

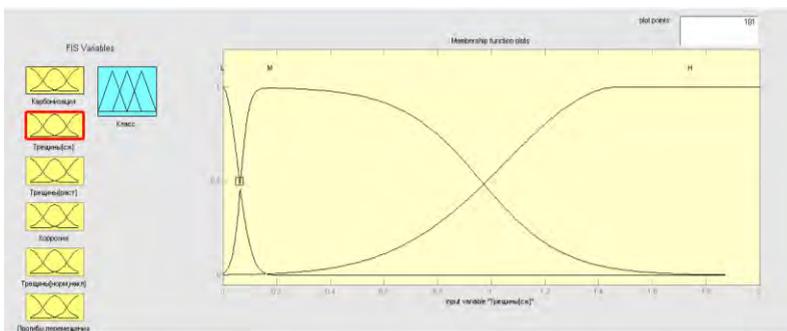


Рис. 3 Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «трещины [сж]»

В качестве терм-множества *третьей* лингвистической переменной «трещины [раст]» использовалось множество $T_3 = \{\langle L \rangle, \langle M \rangle, \langle H \rangle\}$ (рисунок 4).

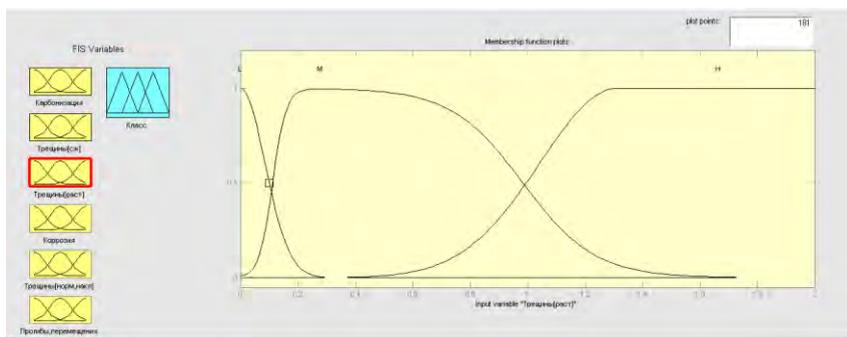


Рис. 4 Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «трещины [раст]»

В качестве терм-множества *четвертой* лингвистической переменной «коррозия» использовалось множество $T_4 = \{«L», «M», «H»\}$ (рисунок 5).

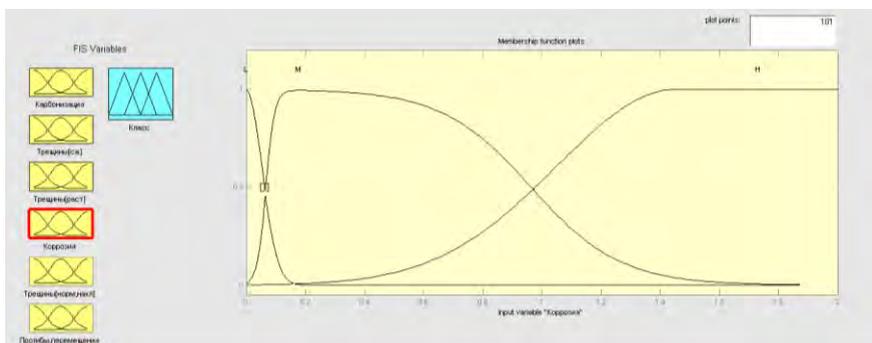


Рис. 5 Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «коррозия»

В качестве терм-множества *пятой* лингвистической переменной «трещины [норм, накл]» использовалось множество $T_5 = \{«L», «M», «H»\}$ (рисунок 6).

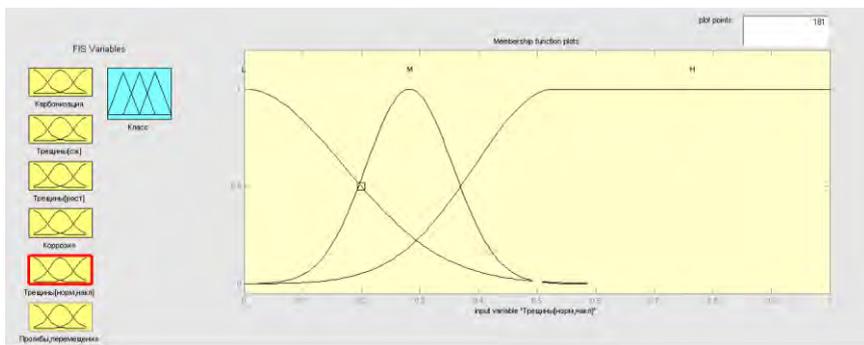


Рис. 6 Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «трещины [норм, накл]»

В качестве терм-множества *шестой* лингвистической переменной «прогибы, перемещения» использовалось множество $T_6 = \{ \langle \text{L} \rangle, \langle \text{M} \rangle, \langle \text{H} \rangle \}$ (рисунок 7).

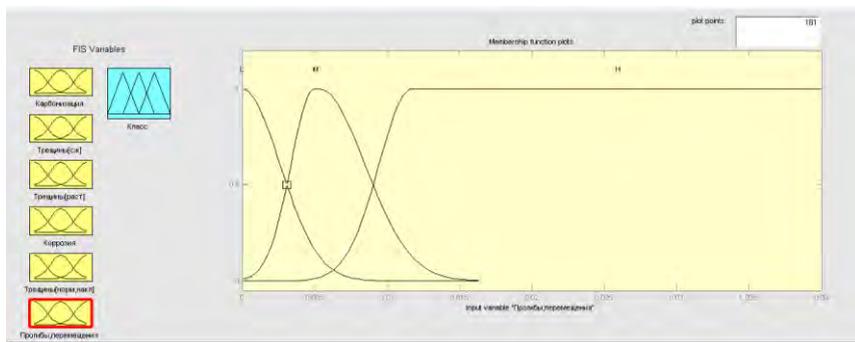


Рис. 7 Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «прогибы, перемещения»

В качестве терм-множества выходной лингвистической переменной «класс» использовалось множество $T_7 = \{ \langle 1 \rangle, \langle 2 \rangle, \langle 3 \rangle, \langle 4 \rangle, \langle 5 \rangle, \langle 6 \rangle \}$ (рисунок 8).

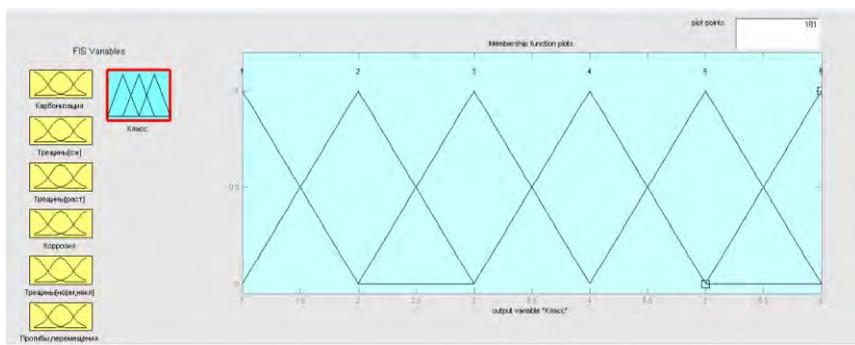


Рис. 8 Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для выходной переменной «класс»

Для каждого термина нами были определены типы функций принадлежности, таким образом, чтобы при пересечении двух функций они пересекались в точке 0,5 по оси ординат, но и соответствовали границам по оси абсцисс.

После задания 26 правил нечеткого вывода выдавался результат нечеткого вывода для конкретных значений входных переменных.

В зависимости от имеющихся повреждений, техническое состояние конструкции может быть классифицировано по 6-ти классам:

класс 1 – «очень хорошее состояние» – дефекты устраняются в процессе технического обслуживания и текущего ремонта;

класс 2 – «хорошее состояние» – необходимы регулярное обслуживание и ремонтные работы;

класс 3 – «удовлетворительное состояние» – интенсифицированное обслуживание, ремонтные работы необходимы в течение каждых 6 лет;

класс 4 – «вполне удовлетворительное состояние» – ремонтные работы необходимы каждые 3 года;

класс 5 – «неадекватное состояние» – требуется немедленное изменение плана эксплуатации и ремонт;

класс 6 – «критическое состояние» – необходимо срочное ограничение нагрузок, затем капитальный ремонт, усиление или замена элементов [2].

Используя разработанную методику, нами было проведено оценивание технического состояния конструкции по характерным дефектам для реальных строительных конструкций: покрытие и перекрытия корпуса 422 цеха Карбамид-2 ОАО «Гродно-Азот» и были выявлены следующие дефекты и повреждения:

- участки биологической коррозии и высолы на 15% нижней поверхности плит и монолитных участков;
- дефекты плит, вызванные при их изготовлении (низкое качество уплотнения бетона, малая толщина защитного слоя на 12% площади плит);
- коррозия нижних арматурных сеток (0,5% площади поперечного сечения на общей площади 60-70 м²);
- разрушение защитного слоя бетона и оголение рабочей арматуры на 10% площади плит.

По результатам обследования с помощью полученной конечной функции принадлежности при глубине карбонизации >30 мм, ширине раскрытия продольных трещин в защитном слое бетона вдоль сжатых стержней 0,6 мм, ширине раскрытия продольных трещин в защитном слое бетона вдоль растянутых стержней 0,8 мм, глубине коррозии арматуры 0,2 мм, ширине раскрытия нормальных, наклонных трещин 0,5 мм, прогибе 1/200 (0,005) пролета имеем класс 4,83 (рисунок 9), используя правила округления, получаем 5 класс технического состояния. Это означает, что покрытие и перекрытия корпуса с данными значениями факторов имеют неадекватное состояние, требуется немедленное изменение плана эксплуатации и ремонт.

Таким образом, разработанная нами экспертная система нечеткого вывода на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в среде MatLab позволила определить класс технического состояния конструкции на основе 6-ти вышеперечисленных факторов, что было подтверждено в оценивании реальных строительных конструкций.



Рис. 9 Результат правил нечеткого вывода для покрытия и перекрытий корпуса

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ибрагимов, В.А. Элементы нечеткой математики : учеб. пособие / В.А. Ибрагимов ; Азербайдж. гос. нефтяная акад. – Баку, 2010. – 392 с.
2. Рекомендации по оценке надежности железобетонных конструкций эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений: Р 1.03.0.42.07. – Брест: БрГТУ, 2007. – 60 с.